SPIXIANA	12	3	233–260	München, 29. Dezember 1989	ISSN 0341–8391

Die Fauna verschieden bearbeiteter Wiesen im oberbayerischen Raum

I. Gastropoda

Von **Rosina Fechter**

Fechter, R. (1989): The fauna of differently treated meadows in the upper Bavarian region. – Spixiana **12/3**: 233–260

For comparative studies on the soil fauna 6 test areas were selected: two turf areas which were kept close crepped, one long stemmed fat meadow and an adjacent strip of deciduous woodland in the park of Nymphenburg Castle at Munich, as well as an untreated poor meadow and a separate fertilized plot near Reisach. The samples were taken from 3 levels, 0–5, 5–10 and 10–20 cms of depth. A vegetation list, characterising the individual types of meadows and a description of the soil structure are given. Among the environmental factors porosity, humidity and temperature were found to be particularly important. Humus content, nitrogen, calcium and P_2O_5 have been ascertained by chemical analysis. Distribution and abundance of the gastropod species with their biological and ecological data are studied.

Dr. Rosina Fechter, Zoologische Staatssammlung, Münchhausenstr. 21, D-8000 München 60, F. R. G.

Einleitung

Im Rahmen einer Untersuchung über die Tierwelt von Wiesenböden in den Jahren 1954–56 wurde die gesamte Bodenfauna erfaßt, jedoch nur die Collembola und Coleoptera wurden bisher veröffentlicht. Die Untersuchung erbrachte ein umfangreiches Datenmaterial, das für die damalige Fragestellung nur von peripherem Interesse war, das aber heute, wo Bestandserfassungen und -veränderungen als Basis für die Beurteilung von qualitativen Veränderungen der Umweltstruktur und eventuell daraus zu ziehender Konsequenzen hinsichtlich notwendiger Schutzmaßnahmen dienen, von Bedeutung sein könnte. Da es weithin an derartigen Bezugsbasen fehlt, andererseits aber langfristige Veränderungen im ökologischen Beziehungsgefüge nur durch wiederholte Analysen der Faunenzusammensetzung und abiotischen Faktoren feststellbar sind, seien hier für die in Aussicht genommene Nachuntersuchung der betreffenden Gebiete die damals im Bereich der Gastropodenfauna erhobenen Befunde mitgeteilt. Gleichzeitig kann dies als Beitrag zur Erfassung der bayerischen Fauna gewertet werden.

Methodik

Um eine umfassende Grundlage für ein breites Artenspektrum zu bekommen, wurden aus 54 Probenahmen in 3 Tiefenschichten 162 Einzelproben untersucht. Für die Erfassung der größeren Bodentiere und damit auch der Gastropoda wurde ein Quadrat von 25×25 cm abgegrenzt. Die Proben wurden bis in eine Tiefe von 20 cm entnom-

men und in 3 horizontale Schichten zerlegt, die den Tiefenzonen von 0–5, 5–10 und 10–20 cm entsprachen, wobei für die Gastropoden im wesentlichen die oberste, gut durchwurzelte Schicht in Frage kommt, in den tieferen Schichten die Individuenzahl eklatant zurückgeht und der Anteil an leeren Schalen sich erhöht. Pflanzenbestand, Mikroklima, aber auch die Bodenbeschaffenheit sind für die Tiere von wesentlicher Bedeutung. Dem wurde durch Vegetationsaufnahmen, Bodenanalysen und Messungen des Temperaturganges Rechnung getragen. Die Temperaturmessungen erfolgten durch Einführung von Thermoelementen in die drei oben definierten Tiefenzonen, wobei der Temperaturgang fortlaufend auf einem Vielfachschreiber registriert wurde. Die Proben wurden zuerst auf weißem und schwarzem Papier ausgelesen und dann aufgeschwemmt.

Beschreibung der verschiedenen Untersuchungsgebiete

1. Lage, Vegetationsaufnahme und Charakteristik der untersuchten Standorte

Die Untersuchungen begannen im Juni 1954 mit der Bearbeitung von 3 Kulturwiesen und einem schmalen Laubwaldstreifen im Parkgelände des Schlosses Nymphenburg (Abb. 1) im folgenden als Rasen 1 (NR 1), Rasen 2 (NR 2), Wiese (NW) und Wald (NWa) bezeichnet.

Die beiden Rasenflächen sind stets kurz gemäht und zeigen nur geringe Lückigkeit. Die Vegetationsaufnahme ergibt folgendes Bild:

Gräser 40%

4 *Bromus erectus*
5 *Avena pubescens*
7 *Festuca rubra*
3 *Holcus lanatus*
2 *Dactylis glomerata*
7 *Festuca pratensis*
1 *Poa pratensis*
2 *Trisetum flavescens*
2 *Anthoxanthum odoratum*
1 *Lolium perenne*
2 *Poa pratensis angustifolia*
1 *Agrostis vulgaris*
2 *Brachypodium pinnatum*
1 *Luzula campestris*

Leguminosen 30%

7 *Trifolium pratense*
15 *Trifolium repens*
5 *Medicago lupulina*
3 *Trifolium dubium*

Kräuter 30%

3 *Knautia arvensis*
2 *Hieracium pilosella*
1 *Rumex acetosa*
4 *Chrysanthemum leucanthemum*
3 *Plantago media*
2 *Plantago lancolata*
3 *Leontodon autumnalis*
1 *Taraxacum officinale*
2 *Bellis perennis*
2 *Brunella vulgaris*
2 *Veronica chamaedrys*
1 *Galium mollugo*
2 *Leontodon hispidus*
1 *Achillea millefolium*
+ *Cerastium triviale*
+ *Pimpinella magna*
+ *Heracleum sphondylium*
1 *Ajuga reptans*
+ *Ranunculus acer*

Charakteristik

Der kurzgemähte Parkrasen ist von ähnlichem Typ wie die ebenfalls bearbeitete langhalmige Parkwiese. Er weist außerdem noch *Brachypodium pinnatum* als Trocken- und Magerkeitsanzeiger auf. Das starke Vorherrschen der Leguminosen dürfte neben einer Kompostdüngung vor allem dem Schnitt und der dadurch erfolgten Ausschaltung der Lichtkonkurrenz niederwüchsiger Pflanzen zuzuschreiben sein.

---

* Die vor den Pflanzennamen aufgeführten Häufigkeitszahlen drücken den prozentualen Anteil nach der Klapp-Stählin'schen Skala aus.

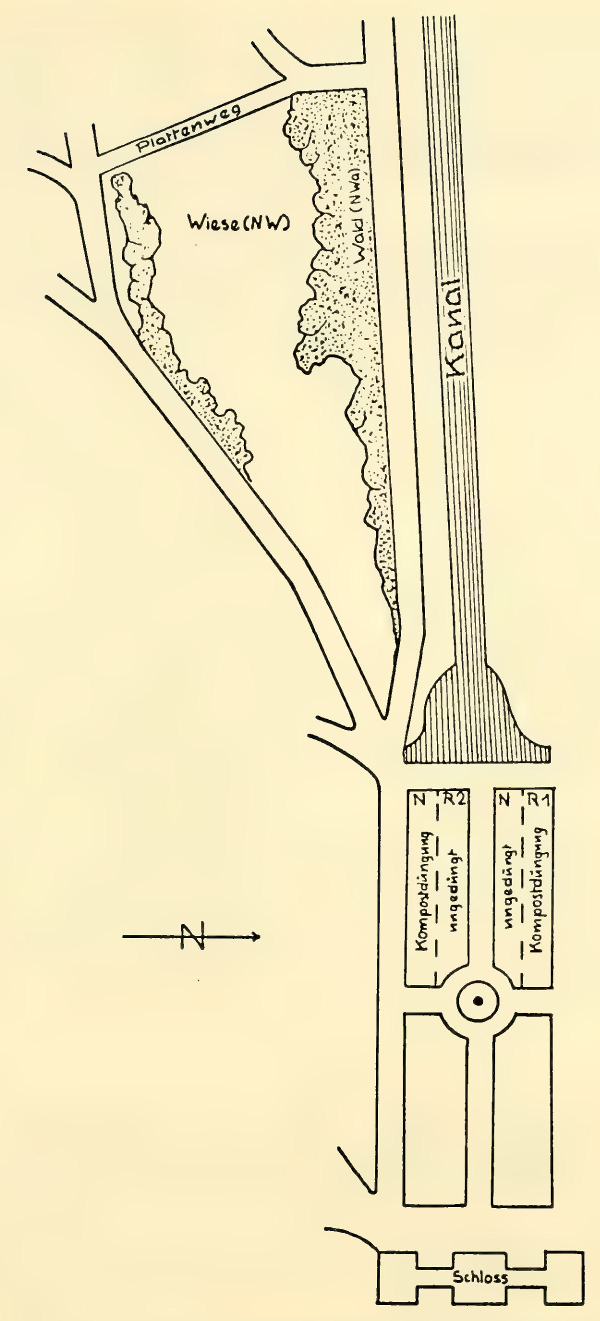


Abb. 1. Untersuchungsgelände München-Nymphenburg.

a) Rasen 1 wurde zweimal mit Kompost gedüngt. Auf diesem Rasenstück erfolgten insgesamt 13 Probeentnahmen: am 5. Juli, 9. August, 26. Oktober 1954; 13. Januar, 21. April, 15. Juni (Düngung! Von hier an parallellaufende Untersuchungen des gedüngten und ungedüngten Teils). 1. August, 19. September 1955 und 3. Januar 1956.

b) Rasen 2 unterscheidet sich im Bewuchs von Rasen 1 in keiner Weise, wohl wurde er aber anders behandelt. Der ebenfalls kurz gehaltene Rasen wurde in Abständen von 3 Monaten mit einem Extrakt aus gerührtem Kuhmist unter Zugabe kleinster Mengen von Eichenrinde, Baldrian, Brennessel, Kamille, Schafgarbe und Löwenzahn gespritzt und darüberhinaus auch hier eine Hälfte der Fläche mit Kompost gedüngt. Auf diesem Rasen wurden 7 Proben entnommen: am 19. Juli, 17. August, 28. Oktober 1954; sowie am 4. Januar, 13. April und nach der Düngung auf beiden Teilflächen am 15. Juni 1955.

c) 3. Untersuchungsfläche eine langhalmige Parkwiese. Ein- bis zweimaliger Schnitt und leichte Thomasmehldüngung waren die einzige Behandlung dieser Kulturwiese. Die nach W und O hin offene Fläche wird im N und S von einem schmalen Waldsaum begleitet. Die Exposition ist leicht muldig, die Lückigkeit durch Maulwurfbestand ist sehr stark.

Der Pflanzenbestand ist folgender:

Gräser 50 %

10 *Festuca pratensis*
5 *Festuca rubra*
5 *Dactylis glomerata*
12 *Trisetum flavescens*
4 *Arrhenateretum elatius*
2 *Poa pratensis angustifolia*
1 *Poa trivialis*
3 *Bromus erectus*
3 *Holcus lanatus*
1 *Bromus mollis*
1 *Anthoxanthum odoratum*
2 *Avena pubescens*
1 *Cynosurus cristatus*

Leguminosen 15 %

10 *Trifolium pratense*
5 *Trifolium repens*
+ *Vicia sepium*
+ *Lathyrus pratensis*

Kräuter 35 %

2 *Ranunculus acer*
8 *Taraxacum officinale*
2 *Plantago lanceolata*
4 *Bellis perennis*
2 *Achillea millefolium*
2 *Chrysanthemum leucanthemum*
2 *Rumex acetosa*
3 *Ajuga reptans*
+ *Pimpinella magna*
1 *Knautia arvensis*
1 *Galium mollugo*
1 *Veronica chamaedrys*
1 *Cerastium triviale*
1 *Plantago media*
1 *Salvia pratensis*
2 *Ranunculus bulbosus*
1 *Glechoma hederacea*
+ *Heracleum sphondylium*
1 *Brunella vulgaris*
+ *Geum rivale*
+ *Strachys officinalis*

Charakteristik

Eine dem Arrhenatheretum-Brometosum nahestehende, trisetumreiche Fettwiese mit aus dem Brometalien übergreifenden Wärme- und Trockenheitsanzeigern *(Bromus erectus, Plantago media, Salvia pratensis* und *Ranunculus bulbosus*). Die Artkombination gibt einen Hinweis auf die Herausentwicklung aus einem Halbtrockenrasen (Magerrasen) mittels Düngung, Pflege und Nutzungsmaßnahmen.

Siebenmal wurden hier Proben gezogen: am 21. Juni, 23. August, 11. Oktober 1954; 5. Januar, 19. April, 27. Juli und 24. Oktober 1955.

d) Schließlich wurde noch der an diese Wiese im N angrenzende Laubwaldstreifen in die Untersuchungen einbezogen, um eventuelle Einflüsse und Wechselbeziehungen zwischen Wiese und Wald feststellen zu können.

Der stets feuchte, stark durchwurzelte Waldboden wird bestanden von:

Baumwuchs

Kronenschluß

Carpinus betulus	10%
Fraxinus excelsior	20%
Acer platanoides	60%

Strauchwuchs

3	*Lonicera xylosteum*
1	*Acer platanoides*
2	*Fraxinus excelsior*
2	*Ligustrum vulgare*
+	*Tilia cordata*
+	*Viburnum lantana*
1	*Cornus sanguinea*
+	*Prunus padus*
1	*Carpinus betulus*
1	*Fagus silvatica*

Unterwuchs

Gräser

1	*Poa nemoralis*
3	*Brachypodium silvaticum*

Kräuter

2	*Symphytum leonhardtianum*
1	*Galium silvaticum*
1	*Stachys silvatica*
2	*Mercunialis perennis*
2	*Hepatica triloba*
1	*Geum urbanum*
+	*Sonchus oleraceus*
+	*Ajuga reptans*

Charakteristik

Der Bestand läßt sich typologisch noch am ehesten mit dem Galio-Carpinetum (Ostbayrischer Eichen-Hainbuchenwald) vergleichen. Eine leichte Neigung zum Alno-Ulmion-Verband wird durch *Stachys silvatica* angedeutet.

Eine entsprechende Fallaubauflage bildet die Förna. In dreimonatigem Abstand liefen, parallel zu den Probeentnahmen in der angrenzenden Wiese, 5 Untersuchungen: am 11. Oktober 1954, 5. Januar, 19. April, 27. Juli und 24. Oktober 1955.

e) im Frühjahr 1955 wurde ein weiteres Wiesengelände in die Untersuchungen einbezogen. Die Untersuchungsflächen liegen im Voralpenland zwischen Mangfall und Schlierach, südlich von ihrem Zusammenfluß (Abb. 2), im Einzugsgebiet des Münchner Leitungswassers. Die offene Grasfläche, die nur im O durch einen bewaldeten Hang begrenzt ist, entbehrt seit 50 Jahren jeder Düngung. Es wurden 2 Parzellen bearbeitet. Bei einer blieb der ursprüngliche Zustand weiterhin erhalten, sie wurde nur einmal im Laufe des Sommers gemäht.

Eine Vegetationsaufnahme des Ausgangsbestandes (als R Wu bezeichnet) ergibt folgende Verteilung:

Gräser

2	*Festuca pratensis*
+	*Holcus mollis*
2	*Poa pratensis*
3	*Bromus crectus*
+	*Carex* spec.
+	*Carex* cf. *alba*
+	*Avena pubescens*
1	*Dactylis glomerata*

Leguminosen

2	*Trifolium pratense*
+.2	*Anthyllis vulneraria*
+.2	*Lotus corniculatus*
+	*Vicia cracca*
+	*Lathyrus pratensis*
+	*Trifolium repens*
+.2	*Hippocrepis comosa*
+	*Medicago lupulina*

Moose

4	*Rhytidiadelphus triquetrus*

(Skala nach Braun-Blanquet)

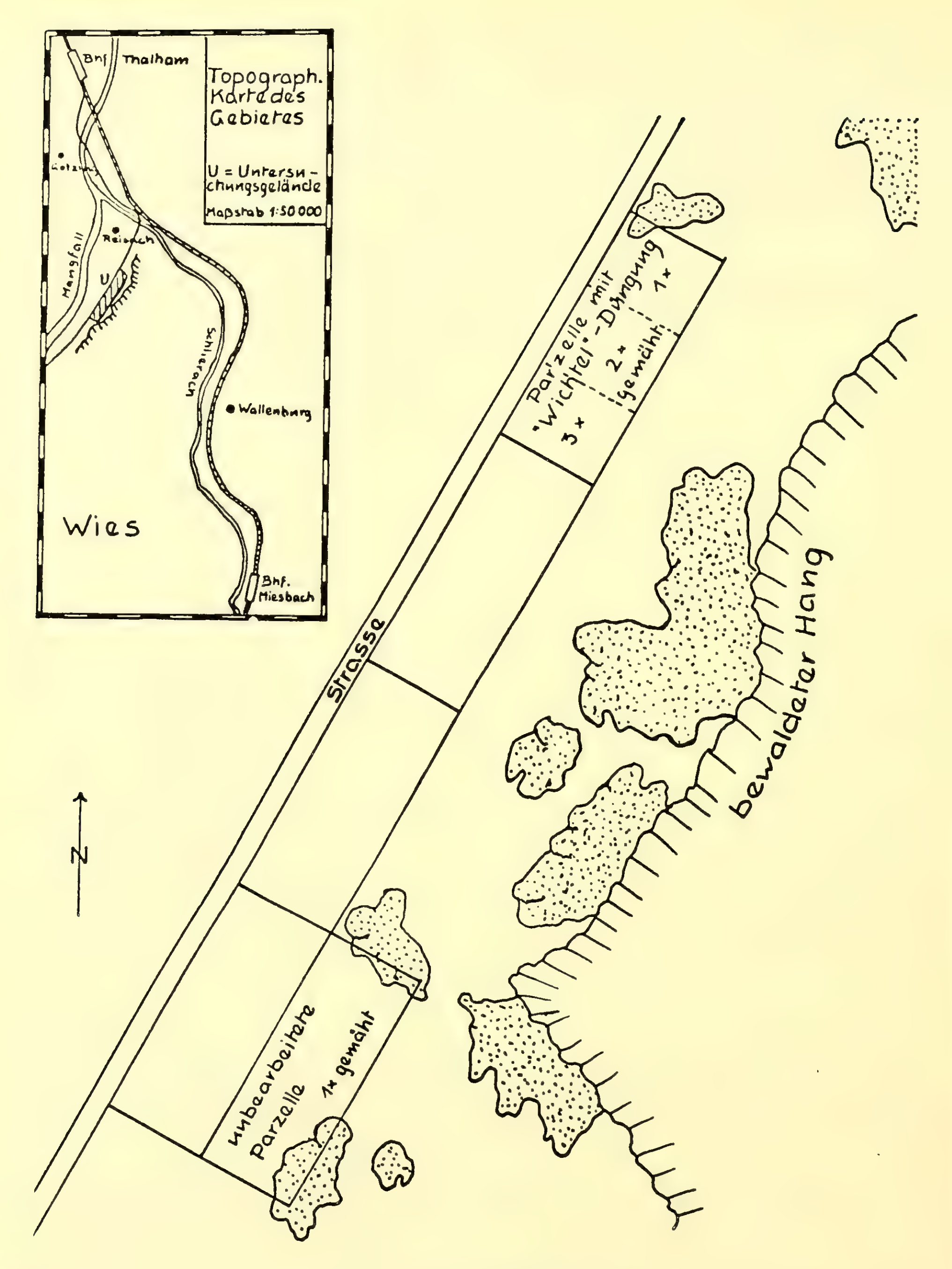


Abb. 2. Untersuchungsgelände Reisach.

Kräuter

1	*Ranunculus acer*	+	*Heracleum sphondylium*
1	*Ranunculus breyninus*	+	*Cerastium caespitosum*
1	*Rumex acetosa*	1	*Plantago lanceolata*
1	*Alchemilla vulgaris*	1	*Knautia arvensis*
2	*Thymus serpyllum*	+	*Centaurea jacea*
2	*Achillea millefolium*	+	*Pimpinella major*
1	*Brunella vulgaris*	+	*Aegopodium podagraria*
1	*Plantago media*	+.2	*Equisetum arvense*
1	*Euphrasia rostkoviana*	+	*Viola hirta*
+	*Veronica chamaedrys*	+	*Cardamine pratensis*
1	*Sanguisorba minor*	+.2	*Cirsium oleraceum*
1	*Chrysanthemum leucanthemum*	+	*Tragopogon pratensis*
2	*Leontodon hastilis*		

Charakteristik

Die ursprünglichen Grasflächen beherrscht ein sekundäres Mesobrometum. Wasserentzug und Verarmung an Nährstoffen schufen die „tote" Narbe der Halbtrockenrasen der aufrechten Trespe. Durch die Düngung sollte eine biologisch tätige Bodenschicht von höherem Wert als Filter für die in den Boden versickernden Niederschläge geschaffen werden.

f) Auf der zweiten Parzelle (im folgendem R Wg bezeichnet) wurde „Wichtel"-Dünger aufgebracht, außerdem wurde diese Fläche dreimal, in Abständen von 1 Monat (25.5.–15.6.–13.7.55) gemäht.

Hier ergibt eine Bestandsaufnahme folgendes Bild:

Gräser

2	*Dactylis glomerata*
3	*Festuca pratensis*
2	*Poa pratensis*
1	*Bromus erectus*
1.2	*Carex* cf. *glauca*
+	*Carex alba*
+	*Trisetum flavescens*

Leguminosen

1	*Trifolium pratense*
1	*Vicia cracca*
+	*Lathyrus pratensis*
+	*Lotus corniculatus*
+	*Trifolium montanum*
+	*Medicago lupulina*

Moose

2	*Climacium lendrardes*
2	*Rhytidiadelphus triquetrus*

Kräuter

3	*Cirsium oleraceum*
2	*Pimpinella major*
1	*Ranunculus acer*
1	*Ranunculus breyninus*
+	*Serratula tinctoria*
2	*Taraxacum officinale*
+°	*Astrantia major*
1.2	*Sanguisorba minor*
+	*Equisetum arvense*
+	*Pastinaca sativa*
2	*Heracleum sphondylium*
+	*Daucus carota*
1.2	*Carum carvi*
+	*Knautia arvensis*
+	*Aegopodium podagraria*
+°	*Viola hirta*
+	*Ajuga reptans*
+	*Achillea millefolium*
+	*Potentilla recta*
+	*Brunella vulgaris*
+°	*Galium mollugo*
1	*Thymus serpyllum*
+	*Plantago lanceolata*
+	*Buphtalmum salicifolium*
+	*Primula elatior*
+	*Chrysanthemum leucanthemum*
1	*Plantago media*
+	*Euphrasia rostkoviana*
+	*Alchemilla vulgaris*
+°	*Tragopogon pratensis*
1	*Centaurea jacea*
(+)	*Campanula rotundifolia*

Charakteristik

Die Parzelle erhielt durch die Düngung Fettwiesencharakter, wobei allerdings zunächst noch verschiedene übergreifende Arten des Mesobrometums erhalten blieben.

Auf beiden Flächen wurden die Proben gleichzeitig gezogen, womit die besten Vergleichsmöglichkeiten gegeben waren. Da ja klimatische Verschiedenheiten im Faunenbild nur mit der unterschiedlichen Behandlung der beiden Flächen in Zusammenhang gebracht werden. Es liefen 11 Untersuchungen in einem Jahreszyklus: am 14. Mai, 20. Juni, 12. Juli, 18 August, 29. September, 7. November, 16. Dezember 1955; 23. Januar, 8. März, 25. April und 15. Mai 1956.

2. Der Aufbau der untersuchten Böden

Die Bodenprofile von Reisach und Nymphenburg gehören dem in Mitteleuropa häufigsten Bodentyp, dem der Braunerden an (Ramann 1911). Sie haben 3, in ihrer Mächtigkeit variierende Schichten, den A-, B- und C-Horizont ausgebildet.

Der A-Horizont, die oberste Bodenschicht, trägt die Grasnarbe und ist daher stark durchwurzelt. In ihm spielen sich die wichtigsten biologischen Vorgänge ab, er ist der Standort der Hauptverbreitung des tierischen und pflanzlichen Lebens. Diese Bodenschicht ist am meisten den Einflüssen des Klimas und der Bearbeitung durch den Menschen unterworfen. Durch Humusbeimengungen ist er dunkler gefärbt. Chemisch ist diese Schicht das Produkt von Verwitterungsvorgängen, die aber überwiegend beendet sind.

Von diesem humosen Boden überdeckt ist der B-Horizont. Die Lagerung ist bei ihm dichter, das Porenvolumen geringer. Er zeichnet sich, als die eigentliche Verwitterungszone, vor allem durch den Aufschluß und die Zersetzung unlöslicher Mineralien aus und ist dementsprechend reich an löslichen Salzen.

Der C-Horizont ist der Rohboden, aus dessen Verwitterung die beiden aufliegenden Horizonte hervorgegangen sind. Er selbst ist von der Verwitterung nur schwach angegriffen und stark mit Steinen durchsetzt. Einzelheiten veranschaulichen die folgenden Zusammensetzungen der Bodeneinschläge des Untersuchungsgebietes.

Repräsentativer Bodeneinschlag (Reisach, gedüngte Parzelle)

Einschlagtiefe 65 cm

Hauptwurzelzone 20 cm, Gesamtwurzeltiefe 65 cm.

A	0–14 cm:	dunkelbrauner, humoser Lehm, mäßig viele Gerölle. Braust nur an Kalkkörnchen bei Zugabe von HC1.
C_1	14–30 cm:	hellbrauner, plastischer Lehm, leicht graugescheckt, zahlreiche Gerölle. Braust nur an Kalkeinschlüssen.
C_2 ab	30 cm:	Grobsand und Kies verschiedener Korngröße bis große Steine. Wenig lehmiges Zwischenmittel. Braust gleichmäßig heftig.

Bodentyp: Pararendsina-Braunerde (siehe Abb. 3)

Repräsentativer Bodeneinschlag (Reisach, ungedüngte Parzelle)

Einschlagtiefe 70 cm

Hauptwurzelzone 25 cm, Gesamtwurzeltiefe 55 cm.

A	0–14 cm:	schwärzlich-brauner, humoser, etwas sandiger Lehm, mit wenig Kies. Braust schwach (nur Kalkörner).
C_1	14–43 cm:	Loser Kies (Feinkies), kalkreich.
C_2	ab 43 cm:	Feinkies mit mittelgroßen Steinen, wenig lehmiges Zwischenmittel.

Bodentyp: Pararendsina (–Braunerde)

Repräsentativer Bodeneinschlag (Nymphenburg)

Einschlagtiefe 65 cm

A	0–10 cm:	stark humoser Feinsand (Krume).
B	10–40 cm:	humoser, stark lehmiger Feinsand mit Feinkies.
C	ab 40 cm:	stark sandiger Fein-Mittelkies

Bodentyp: Braunerde

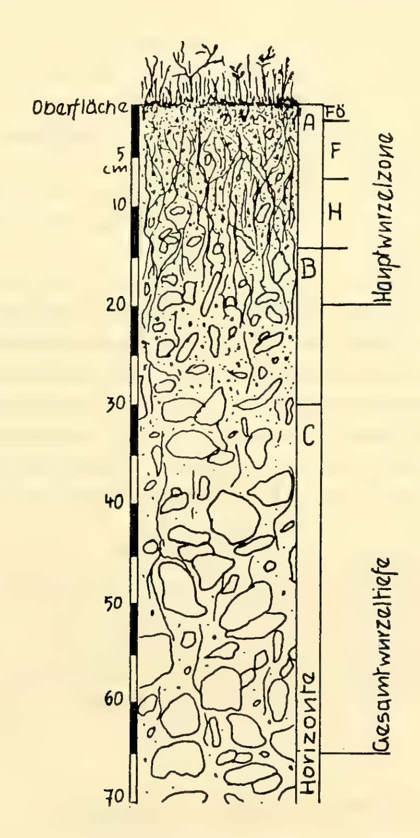


Abb. 3. Schematisches Profil der Pararendsina-Braunerde in Reisach.

Fazit: Die Bodenprofile von Reisach und Nymphenburg unterscheiden sich vor allem durch das Fehlen des B-Horizonts bei den Reisacher Wiesenböden. In Nymphenburg weist auch der B-Horizont noch Humusbeimengungen auf.

Der A-Horizont spaltet wiederum in 3 Schichten auf, die, in Anlehnung an KÜHNELT (1950) als Förna, F- und H-Schicht zu bezeichnen sind (Abb. 3). Sie kennzeichnen bestimmte Stufen der Abfallzersetzung. Unzersetzter Bestandesabfall, auf den Wiesen im wesentlichen Reste von Gras und Moos, im Wald eine Auflage von Laub, bilden die locker geschichtete Förna, die mit den im Vergleich zu tieferen Bodenschichten extremen Schwankungen ihres Eigenklimas große Anpassungsfähigkeit von ihren Bewohnern fordert. Die Organismen, die diesen Bedingungen entsprechen, arbeiten mit den Bakterien an der Erstzersetzung der Pflanzenreste. In der darunterliegenden F-Schicht wirken Bakterien und Bodentiere, die hier ihre größte Dichte entfalten, an der Weiterverarbeitung des Bestandesabfalls. In den untersuchten Böden schließt an diese Schicht die H-Schicht an, an deren Bildung die Bodenorganismen, besonders die Regenwürmer, durch Mischung des organischen und anorganischen Materials in Form von Ton-Humus-Komplexen, maßgeblichen Anteil haben.

3. Geologische Grundlagen

Den orographischen Charakter der Bayerischen Hochebene bei München, dem 1. Untersuchungsgebiet, prägen eiszeitliche Ablagerungen. Über den tieferen Untergrund ist wenig bekannt, miozänes Tertiär wurde bis zur Bohrtiefe von über 200 m nachgewiesen. Wechsellagernde Bänke von Feinkies, Sand und Flinzmergeln bilden diese Formation, die das ganze Gebiet unterlagert. Der Deckenschotter führt vorwiegend Gerölle aus den Kalkalpen. Sandige Moränen und Schotter der Rißeiszeit finden sich all diesen Gebilden aufgelagert. Die Moränen sind stets ungeschichtet, reich an kristallinen Geschieben, an Blöcken und Schlamm. Von diesen Moränen gehen nordwärts Schotter aus, die oberflächlich den größten Teil des Gebietes um München bedecken. Der Verwitterungslehm dieser Niederterrassenschotter ist selten dicker als 25 cm und vom Boden mit seinen Humusstoffen kaum zu trennen.

Das 2. Untersuchungsgebiet, weiter südlich im Alpenvorland, liegt im Winkel zwischen Isargletscher und Inn-Chiemsee-Gletscher. Am südlichen Rand der obermiozänen Süßwassermolasse finden sich Konglomerateinlagerungen, die bei den Einschlägen als grobe Massen auftreten. Der C_2-Horizont ist vielleicht schon Taubenbergkonglomerat, wobei Frosterden von den Hängen mithergetragen sein können. Diese Konglomeratablagerungen sind Reste von Schuttmassen, die im Voralpengebiet ihren Ursprung hatten und in mächtiger Ausdehnung die damals noch ungefalteten Molassebildungen überlagerten. Das ungeschichtete Konglomerat umfaßt alle Korngrößen: Blöcke mit 1/2 m Durchmesser neben feinem Sand und sandigem Ton. Im feinen Material keine Verkittung durch kalzitische Bindemittel, da die Feinheit der Poren keine Bewegungsmöglichkeit des Wassers gewährt. An die Würmmoränen grenzen nagelfluhartig verfestigte Hochterrassenschotter an, in die Niederterrassenschotter eingeschaltet sind. Das Thalhamer Gebiet ist durch solche Niederterrassenschotter charakterisiert, die verschiedene ältere und jüngere Schichten ausgebildet haben. Auf der jüngsten dieser Schichten liegt Reisach. Den Steilrand am bewaldeten Hang des Untersuchungsgebietes bildet eine jüngere Terrasse in Wagram. Die interglazialen Kiese sind durch den Fluß, die Mangfall, stark abgetragen, so daß die sehr jungen nachglazialen Böden der Talsenke aufliegen. Sie werden kaum mehr überschwemmt.

Der Wiesenboden als Lebensraum

1. Physikalische Beschaffenheit des Bodens

Mit ihrer geschlossenen Pflanzendecke bieten die Wiesenböden in vieler Hinsicht günstige Bedingungen. Ihr größerer und stabilerer Bestand an Hohlräumen in denen sich die Luft- und Wasserzirkulation vollzieht, garantiert den Lebewesen die für ihre Existenz wichtigen Voraussetzungen.

Zersetzung organischer Substanzen, Wasserbewegung und Ionenkonzentration führen zu morphologischen Veränderungen des Bodens. Die Hohlräume des Erdreichs werden mit der ständigen Wiederholung ihres Systems von Eigenklima, chemischer und physikalischer Beschaffenheit, sowie Faunenzusammensetzung zu charakteristischen Biotopen.

Durchlüftungsverhältnisse

Im Hinblick auf die verschiedenen Hohlraumvolumina der Versuchswiesen ergeben sich beachtliche Unterschiede, wie nachfolgender Tabelle zu entnehmen ist.

Tab. 1. Hohlraumvolumina der untersuchten Böden

	Luftporenvolumen		Wasserporenvolumen	
	0–10 cm	10-20 cm Tiefe	0-10	10-20 cm Tiefe
NR 1	5,16%	9,82%	58,24%	50,65%
NR 2	8,60%	12,11%	54,13%	48,68%
NW	26,72%	19,66%	37,42%	49,95%
NWa	30,46%	35,93%	39,21%	38,66%
RWu	38,6 %	26,95%	35,21%	42,73%
RWg	34,82%	28,72	39,23%	44,44%

Als ausgezeichnet durchlüftete Böden erweisen sich die beiden seit vielen Jahren völlig unbearbeiteten Versuchsparzellen in Reisach, wodurch die Feststellung erhärtet wird, daß das Porenvolumen um so größer ist, je ursprünglicher der Boden. Die hohen Volumenwerte nehmen nach den tieferen, dichtergelagerten Bodenschichten hin langsam ab, doch ist diese Minderung unter einer Pflanzendecke geringer und zwar in dem Maße je dichter die Pflanzen stehen. Ähnlich sind die Verhältnisse im Waldboden in Nymphenburg.

Völlig anders verhalten sich die Wiesen in Nymphenburg. Die beiden Rasenflächen weisen ein ausnehmend kleines Luftporenvolumen, vor allem in den obersten Schichten auf. Auch das Gesamtporenvolumen liegt wesentlich niedriger. Der Hauptgrund dafür ist sicher in der dauernden Bearbeitung der Flächen zu suchen, durch die eine dichtere Lagerung geschaffen wird. Außerdem ist durch die kurze Rasendecke die Oberfläche stärker der Witterung ausgesetzt, wodurch eine festere Verbackung des Erdreichs bedingt ist. Wenngleich auch lange nicht mit den Reisacher Böden konkurrenzfähig, ist der Luftgehalt der Wiese in Nymphenburg mit 26,72 % in der oberen Schicht durchaus noch als gut zu bezeichnen.

Die Bodenfeuchtigkeit ist im allgemeinen ein wesentlicher abiotischer Faktor im Leben aller terrestrischen Organismen. Mit 35 % und 58 % kann die Wasserkapazität der untersuchten Böden als beachtlich bezeichnet werden. Die größten Schwankungen der Feuchtewerte treten in den obersten Schichten auf. Da während der ausgesprochen regenreichen Versuchsperiode meist ein Überangebot an Bodenfeuchtigkeit vorhanden war, läßt sich ein detailliertes Ansprechen der Organismen auf die Wasserkapazität schwer ermitteln.

2. Chemische Beschaffenheit des Boden

a) Humusgehalt

Unter den Lebensbedingungen im Boden spielt das Nahrungsangebot eine große Rolle. Einen annähernden Wert für den Gehalt an organischer Substanz ergibt die Bestimmung des Glühverlustes des Substrats.

Methodik: Der Glühverlust wurde bestimmt, indem jeweils 10 g der frischen Bodenproben bei 800°C eine Stunde lang geglüht wurden. Da beim Glühen neben der organischen Substanz auch das an die feinsten Bodenteilchen gebundene Konstitutionswasser verschwindet, fallen allerdings diese Ergebnisse etwas zu hoch aus.

Tab. 2. Tabelle der Glühverluste

	Nymphenburg				Reisach	
Schichttiefe	Rasen 1	Rasen 2	Wiese	Wald	Wiese ungedüngt	Wiese gedüngt
10 cm	20,1	20,3	18,3	33,6	20,2	21,9
20 cm	19,4	19,5	17,3	31,3	18,8	21,6

Nebenstehende Tabelle zeigt, daß in allen Versuchsflächen ein relativ hoher Gehalt an organischer Substanz vorhanden ist, der im Profil mit der Tiefe nur sehr langsam abnimmt, was auf gut durchlüftete Böden schließen läßt. Am geringsten sind diese Unterschiede in der gedüngten Parzelle in Reisach, die zudem von allen untersuchten Wiesenböden das höchste Substanzangebot aufweist. Den geringsten Gehalt an organischer Substanz zeigt die Nymphenburger Wiese. Die höchsten Mengen stellt der Waldboden mit seinem üppigen Pflanzenwachstum und der kräftigen Durchwurzelung. Man darf also sagen, daß in allen Versuchsflächen ein verhältnismäßig hoher Gehalt an organischer Substanz herrscht. Das Nahrungsangebot dürfte mengenmäßig und in seiner Zusammensetzung ausreichend sein.

Tab. 3. Verteilung des pH im Untersuchungsgebiet

Nymphenburg:	Rasen 1	7,36
	Rasen 2	7,31
	Wiese	7,30
	Wald	7,41
Reisach:	Wiese unbearbeitet	6,90
	Wiese gedüngt	7,31

b) Acidität

Methodik der pH-Bestimmung: 10 g der frischen Bodenprobe wurden mit 25 cm KCl-Lösung versetzt. Darauf wurden die Proben 10 Minuten auf dem Schüttelapparat geschüttelt; in der Aufschwemmung wurde der pH-Wert mit Hilfe einer Chinhydron-Kalomel-Elektrodenkette bestimmt.

Nachdem sich die größte Individuendichte erfahrungsgemäß im schwach alkalischen Bereich entfaltet, sind in den untersuchten Wiesen die Bedingungen günstig, denn hier bewegen sich die Werte einheitlich um den Bereich von 7,3, nur die Magerwiese in Reisach weist schwach sauere Reaktion auf. Eine gewisse lokale Inkonstanz in den pH-Werten (die Ergebnisse sind gemittelt) ist in der Wechselwirkung zwischen aeroben und anaeroben Zersetzungsvorgängen zu suchen.

c) Kalkgehalt

Kalk beschleunigt im Boden die Humuszersetzung, dabei werden die Nährstoffe aufgeschlossen, er verhindert die Verschlämmung der Bodenschichten, steigert die Krümelbeständigkeit und trägt zur

Durchmischung der mineralischen Bestandteile bei. Einen hohen Gehalt an kohlensauerem Kalk weisen die Nymphenburger Rasenflächen und der Wald auf, die Wiese zeigt sich weniger gut versorgt. Der geringe Kalkgehalt der schwach saueren Magerwiese in Reisach wurde durch die Düngung angehoben.

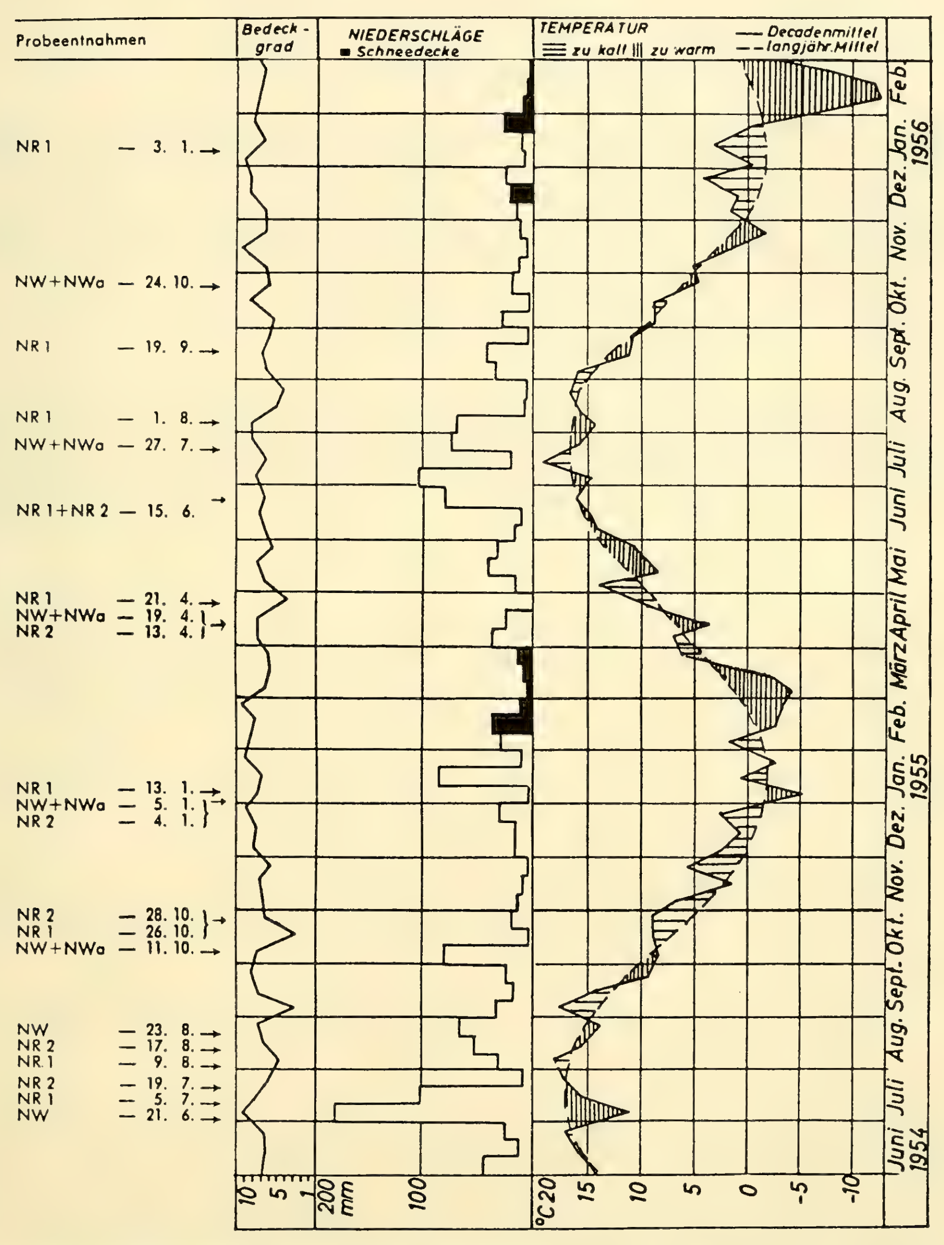


Abb. 4. Witterungsablauf während der Untersuchungsperiode (Juni 1954 – Februar 1956) im Bereich Nymphenburg.

d) Phosphorsäuregehalt

Hier sind die größten Unterschiede zu verzeichnen. Die P_2O_5-Versorgung kann in der Wiese und im angrenzenden Wald in Nymphenburg sowie in der unbearbeiteten Reisacher Parzelle als unzureichend gelten. Die beiden Rasenflächen und die gedüngte Wiese in Reisach sind hingegen gut bis reichlich versorgt. Phosphorsäure verbindet sich im Boden häufig mit Kalk und trägt somit auch zur Krümelbeständigkeit bei.

e) Stickstoffgehalt

Böden mit mehr als 0,3 % Stickstoff sind als gut versorgt zu bezeichnen, dies trifft für alle Böden im Untersuchungsgebiet zu, der Wald hat sogar einen Stickstoffgehalt von 0,6 %. Stickstoff dient zur Bildung von Pflanzeneiweiß. Die Bodentiere sind im Stickstoffkreislauf sowohl Produzenten als auch Resumenten, sie verwerten abgebautes pflanzliches Eiweiß und liefern nach ihrem Absterben tierisches Eiweiß. Bodenbakterien vollziehen die Umwandlung der Eiweißstoffe.

3. Das Klima der Versuchswiesen

Das Großklima wirkt sich nicht in jeder kleinen Witterungskomponenten, jedoch in seinem Gesamtablauf über das Mikroklima auf die Bodentiere aus, denen nur ein verhältnismäßig begrenzter Temperatur- und Feuchtigkeitsbereich dauernde Lebensmöglichkeit bietet. Das Mikroklima wird von den klimatischen Vorgängen in der bodennahen Luftschicht geprägt und ist im Tagesgang festgelegt.

a) Der Witterungsablauf während der Untersuchungsperiode

In dem Diagramm in Abb. 4 sind die wichtigsten Witterungsvorgänge dargestellt, was eine ausführliche Beschreibung des Witterungsablaufes erübrigt. Es kann daraus nicht nur der augenblickliche Zustand während der einzelnen Probenahmen festgestellt werden, sondern es ist auch ein Überblick über die vorhergehende Periode möglich. Der advektive Einfluß wurde nicht berücksichtigt. Besondere Bedeutung kommt der Strahlungsbilanz zu unter Berücksichtigung des Bedeckungsgrades. Während der Sommermonate lagen die Temperaturen bei bedecktem Himmel häufig unter dem Durchschnitt. Spätherbst und Winterbeginn hingegen waren zu warm. Im Februar 1956 war das Erdreich stellenweise bis 1 m tief gefroren, sonst schützte eine Schneedecke den Boden vor Frost.

Die Untersuchungsperiode zeichnete sich durch reichliche Niederschläge und somit meist zu hohe Bodenfeuchtigkeit aus; das zeigte sich in dem Vorhandensein von Tierarten die ausgesprochen feuchtes, bisweilen sogar nasses Milieu bevorzugen. Die mikroklimatischen Unterschiede beschränken sich hauptsächlich auf die obere Bodenschicht und sind in 25 cm Tiefe fast völlig ausgeglichen.

b) Die Auswirkungen des Großklimas auf die bodennahe Luftschicht und den Boden

Das Bestandsklima

Der Wiesenboden mit seiner dichten Pflanzendecke, die den Boden mehr oder weniger vor der direkten Bestrahlung und somit vor der großen, schädlichen Hitze am Tag, wie auch vor starker Abkühlung in der Nacht schützt, ist in besonderem Maße dazu prädestiniert, mikroklimatische Gegensätze sowohl im Tagesgang als auch über längere Perioden auszugleichen. Die bodennahe Luftschicht wird durch die Pflanzendecke beeinflußt, die durch ihren eigenen Wasser- und Wärmehaushalt auch den des Bodens steuert, auf dem sie gedeiht.

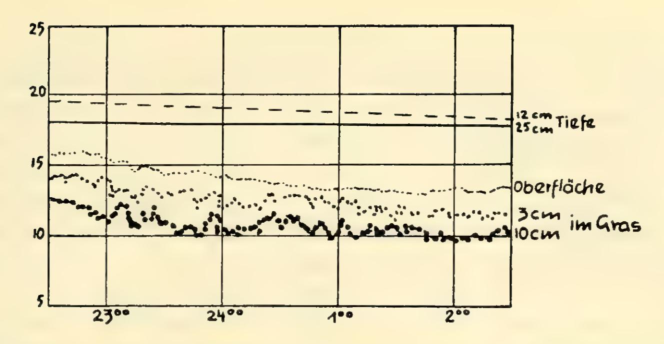


Abb. 5. Nächtliche kondensationsbedingte Temperaturschwankungen im Bestand einer Versuchswiese.

Im Bestand einer Versuchswiese durchgeführte Messungen geben den Temperaturverlauf eines Tages wieder. Durch die ausgleichende Wirkung des Mikroklimas, das sich in der Höhe der Halme eingestellt hat, ist der Boden sogar in der Nacht, wo sich der Temperaturverlauf im Bestand beruhigt, geschützt. Nur während der stärksten Taubildung, nach meinen Messungen zwischen 23.00 und 2.00 Uhr, treten Temperatursprünge besonders ausgeprägt in 10 cm Höhe auf, wobei jeder schubweisen Auskondensation ein sprunghaftes Ansteigen der Temperatur in der bodennahen Luftschicht entspricht (Abb. 5). Das hat eine starke thermische Turbulenz zur Folge, von der sogar der Gang der relativen Feuchte erheblich beeinflußt wird. Nachts liegen die tiefsten Temperaturen an der Bestandesgrenze, sie werden bei Sonnenschein rasch ausgeglichen; steigt die Sonne höher, wird mit ihrem steileren Einfallswinkel die bodennahe Luftschicht erwärmt und diese Erwärmung auch auf die obersten Bodenschichten übertragen.

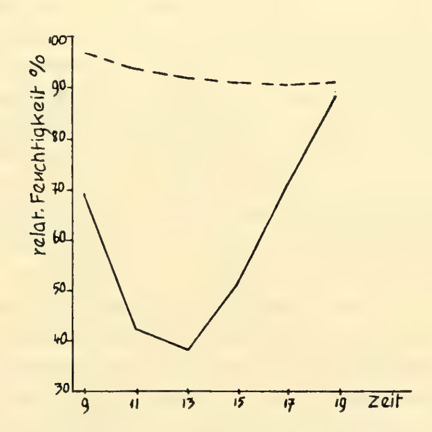


Abb. 6. Tagesgang der relativen Feuchtigkeit. ———— rel. Luftfeuchtigkeit, — — — rel. Feuchtigkeit im Gras in 10 cm Höhe.

Aber nicht nur der Wärme- sondern auch der Wasserhaushalt wird durch die Pflanzendecke reguliert (Abb. 6). Innerhalb der Pflanzendecke herrscht immer eine höhere und beständigere Feuchtigkeit als in der Atmosphäre, denn der Bewuchs hält den Wasserdampf fest und gibt zudem durch die Transpiration der Pflanzen selbst ständig Wasserdampf ab. Die Feuchtigkeitswerte wurden durch Serienmessung mit Haarhygrometern und Hygrographen ermittelt.

Wie stellt sich der von der bodennahen Luftschicht übermittelte Temperaturverlauf nun in den Bodenschichten der Versuchswiesen dar.

Die durch die Sonneneinstrahlung in einer dünnen Schicht an der Bodenoberfläche hervorgerufene starke Erwärmung pflanzt sich im Boden mit einer zunehmenden Verspätung der Extreme fort. Für die Böden in Reisach konnten z. B. folgende Werte ermittelt werden: in 3 cm Tiefe verschieben sich die Tagesextreme bereits um 1½ Stunden, in 5 cm Tiefe um 3 Stunden, in 12 cm um 8 Stunden und in 25 cm Tiefe hat sich die Temperaturamplitude sogar um 12 Stunden verlagert. Dabei darf die Bodenfeuchtigkeit nicht vernachlässigt werden. Nach Regenfällen liegt die Verschiebung der Extremwerte zwischen Oberfläche und 25 cm Tiefe nur bei 6 Stunden.

Der tägliche Temperaturgang ist im Boden jedoch ausgeglichener als in der Luft, sowohl Minima als auch Maxima werden stark abgeschwächt, ein wichtiges Kriterium für die terrestrischen Tiere, die somit geringeren Temperaturschwankungen ausgesetzt sind. Durch Bewölkung und Niederschläge werden diese Schwankungen zudem merklich abgeschwächt.

Die Bodentiere haben in den oberen, hauptsächlich besiedelten Schichten weit größere Temperaturspannen zu ertragen, als es in tieferen Lagen der Fall ist. Daß sie trotzdem diese augenscheinlich ungünstigeren Lagen bevorzugen, ist wohl in erster Linie aus dem größeren Nahrungsangebot und der besseren Durchlüftung zu verstehen.

Analyse der Gastropoda in den Versuchswiesen

Die Vertreter dieser Gruppe sind fast durchwegs hemiedaphische Tiere und in ihrer Verbreitung vom Zustand der oberen Bodenschichten abhängig. Für die wiesen- und waldbewohnenden Schnekken ist nur die oberste, humus- und nährstoffreiche, gut durchwurzelte und belüftete Bodenschicht optimal. Meist sitzen sie in der lockeren Auflage des Bestandsabfalls, der Förna, doch machen sie in der Regel ihren Entwicklungszyklus im Erdreich durch und suchen dort auch als geschlechtsreife Tiere Schutz vor der Sommerhitze oder ziehen sich während der kalten Jahreszeit zur Überwinterung in die wärmeren Bodenschichten zurück. Daneben gibt es aber auch eine Reihe ausgesprochener Bodenbewohner, die im Wurzelfilz der Gräser anzutreffen sind, wo sie sich frei bewegen können und auch die besten Bedingungen für die Eiablage finden (im Untersuchungsgebiet sind es *Cecilioides acicula, Cochlicopa lubrica, Pupilla muscorum, Discus rotundatus, Aegopinella nitens, Oxychilus cellarius, Vitrina pellucida, Vitrinobrachium breve* und *Vallonia pulchella).* Nur *Cecilioides acicula* dringt in tiefere Bodenschichten vor; sie ist allerdings auf lockeres Erdreich angewiesen, weil sie infolge ihrer geringen Größe selbst nicht nennenswert graben kann und enge Spalten und Löcher im Erdgefüge ausnutzen muß, um in die Tiefe zu gelangen. Diese blinde, pigmentlose Schnecke wurde daher fast immer aus der untersten Schicht gelesen, nur im Waldboden konnte sie auch in den oberen Lagen ermittelt werden. Die kräftige Durchwurzlung, ständige Schattenlage und ein ausgewogener Feuchtigkeitsgehalt schaffen hier in allen Schichten ziemlich einheitliche Bedingungen, so daß ein müheloses Eingraben und Vordringen in tiefere Schichten in diesem Bodentyp sogar noch für andere Arten, wie *Ena montana, Oxychilus cellarius* und teilweise auch *Trichia unidentata* möglich ist. Von *Virtrina pellucida* beginnen die aus den Eiern geschlüpften Jungtiere im Frühjahr ihr unterirdisches Leben und kommen erst in der kühleren Herbstzeit ans Tageslicht. In Wurmröhren habe ich einige Male die Nacktschnecke *Arion hortensis* gefunden, die sich tagsüber zeitweise dort aufhält.

Die Schnecken spielen für den Stoffumsatz im Boden eine wichtige Rolle. Für die Zersetzung der organischen Abfälle und die Umwandlung in Humus ist eine Zerkleinerung der organischen Substanz und Aufbereitung für die Weiterverarbeitung durch andere Organismen Voraussetzung; an diesen Prozessen nehmen die Bodenschnecken wesentlichen Anteil. Selbst abgestorbenen Individuen steht noch ein gewisser Platz im Kreislauf des Bodenlebens zu, indem sie den Pflanzen nach ihren Absterben Nährstoffe liefern und so deren Wachstum fördern. So konnte beispielsweise mehrmals beobachtet werden, daß Pflanzenwurzeln tief in die Gehäuse abgestorbener Schnecken eingedrungen waren, um dort ihren Stickstoff- und möglicherweise auch Kalkbedarf aus erster Quelle zu decken.

Die physikalische und chemische Beschaffenheit des Bodens seine Temperatur und sein Wassergehalt, sowie die pflanzliche Bedeckung spielen bei der Existenzfähigkeit der Mollusken in einem Biotop eine wichtige Rolle.

Tab. 4. Mittelwert der Individuenzahlen aus allen Proben

Biotop	Individuenzahl	Mittelwert aus allen Proben
NR 1	1669	185,4
NR 2	1006	167,6
NW	928	132,5
NWa	28	7,0
RWu	37	3,7
RWg	126	11,4

Betrachtet man die Molluskenpopulationen im Hinblick auf das Porenvolumen (siehe folgende Tabelle), so stellt sich heraus, daß die größte Besatzdichte in den Rasenflächen, die das niedrigste Luft- jedoch das höchste Wasserporenvolumen aufweisen, zu finden ist (siehe Tabelle Seite 13). Für die Mehrzahl der Schnecken, die im Tagesablauf zwischen dem bodennahen Pflanzenbestand und der obersten, gut durchwurzelten Bodenschicht migrieren, ist ein besonders hohes Luftporenvolumen nicht von der Bedeutung wie für andere, stärker bodengebundene Tiergruppen, während für sie der Feuchtigkeitsgehalt besonders wichtig ist.

Von den im Untersuchungsgebiet vorkommenden Arten bevorzugen *Trichia villosa, Trichia plebeia, Trichia hispida* und *Succinea oblonga* ausgesprochen feuchte Standorte unter Bestandesabfall und verrottetem Laub; sehr nasse Wiesen *Oarychium minimum, Zonitoides nitidus, Vitrinobrachium breve, Deroceras laeve* und *D. reticulatum. Ena montana, Oxychilus cellarius, Trichia unidentata* und *Perforatella incarnata* wurden nur im schattigen Waldstück unter totem Laub, ihrem bevorzugten Habitat gefunden. Bewohner mäßig feuchter Standorte sind *Cochlicopa lubrica, Pupilla muscorum, Vallonia pulchella* und *Nesovitrea hammonis,* sie waren in den meisten Wiesenflächen, nicht aber im Wald vertreten.

Typisch für trockene Standorte, kurzwüchsige Rasen, oft auf kalkigem Untergrund sind im Untersuchungsgebiet die Arten *Vertigo pygmaea, Vallonia excentrica, Vallonia costata, Vallonia suevica und Helicella itala.*

Eine Reihe von Arten, die gefunden wurden, sind ausgesprochen hygrophil, wie die kleine *Carychium minimum,* oder als regelrechte Süßwasserschnecken, die in Teichen, Wiesengräben aber auch fließendem Wasser leben, geradezu biotopfremd: die Planorbiden, *Bithynia tentaculata* und *Valvata piscinalis,* die sogar ins Brackwasser geht. Allem Anschein nach leisten kleine Pfützen, die sich während der regenreichen Untersuchungsperiode auf den Wiesen länger andauernd bilden konnten, dem Auftreten dieser ausgesprochen aquatilen Arten dort Vorschub. Wahrscheinlich sind sie mit dem Schlamm, der aus dem benachbarten Kanal auf die Wiesen aufgebracht wurde, dorthin gelangt.

Schwankungen im pH-Wert (S 15) sind nicht als Auslesefaktor zu werten, die meisten Bodenschnecken zeigen sich gegenüber der Acidität ziemlich indifferent, manchen Arten vermögen sogar eine weite Spanne vom sauren in den alkalischen Bereich zu ertragen. So kommt *Discus rotundatus* bei pH-Werten von 5–8 vor, *Vitrina pellucida* ist sogar noch anspruchsloser, Werte von 4,5–8 liegen durchaus in ihrer Toleranz. Sie wurde im Versuchsgelände daher sowohl in der sauren Reisacher Magerwiese als auch im Wald mit dem höchsten ermittelten pH-Wert (7,4) gefunden.

Humus-, Kalk-, Phosphor- und Stickstoffgehalt sind hoch genug, um als Mangelfaktoren keine Rolle zu spielen.

Der größte Teil der Bodenschnecken ernährt sich von pflanzlichen Zerfallsprodukten, Algen und Pilzen. Die früher häufig vertretene Meinung, daß hauptsächlich die frischen Pflanzen angegriffen werden, ist überholt. Eine wirksame Düngung, die zu einer Vermehrung des Pflanzenbestandes führt, hat somit über den erhöhten Bestandsabfall auch eine sekundäre Wirkung auf den Gastropodenbesatz. Deutlich tritt dies in den Düngeversuchen zutage: *Cochlicopa lubrica* z. B. eine der im Versuchsgelände häufigsten und verbreitetsten Arten, zeigt die individuenmäßige Zunahme am stärksten auf der kompostgedüngten Rasenfläche, obwohl auch in Reisach Unterschiede erkennbar sind. Genauso verhalten sich *Vallonia excentrica* und in geringem Maße *Trichia hispida*. *Trichia plebeia* und *Carychium minimum* sind ausschließlich Bewohner der gedüngten Parzelle in Reisach.

Die meisten der im Untersuchungsgebiet vorkommenden Schnecken sind herbivor: die *Vallonia*- und *Trichia*-Arten, *Succinea oblonga, Cochlicopa lubrica, Cecilioides acicula, Vitrinobrachium breve, Helicella itala* und *Vitrina pellucida,* letztere kann fakultativ auch carnivor sein.

Saprophag sind *Ena montana* und *Zonitoides nitidus.* Von Humusstoffen ernährt sich *Pupilla muscorum. Discus rotundatus* und *Oxychilus cellarius* leben sowohl herbivor als auch carnivor. Eine rein räuberische Ernährungsweise findet man bei *Nesovitrea hammonis* und *Aegopinella nitens.*

Nur die 3 im Versuchsgelände vorkommenden Nacktschneckenarten *Arion hortensis, Deroceras laeve* und *D. reticulatum* leben von Grünblattfraß, was aber bei ihrem geringen Vorkommen während der Untersuchungsperiode nicht ins Gewicht fällt. *Deroceras reticulatum* ist eigentlich ein Allesfresser und geht auch an Tierkadaver.

Die aquatilen Planorbiden ernähren sich von Algen und mazerierten Teilen von Wasserpflanzen. Detritusfresser sind *Bithynia tenticulata* und *Valvata piscinalis.*

In ihrer Gesamtheit ergeben die vorgefundenen Arten eine Molluskengesellschaft, wie sie sich bei uns überall auf bewirtschafteten Wiesenböden herausbildet.

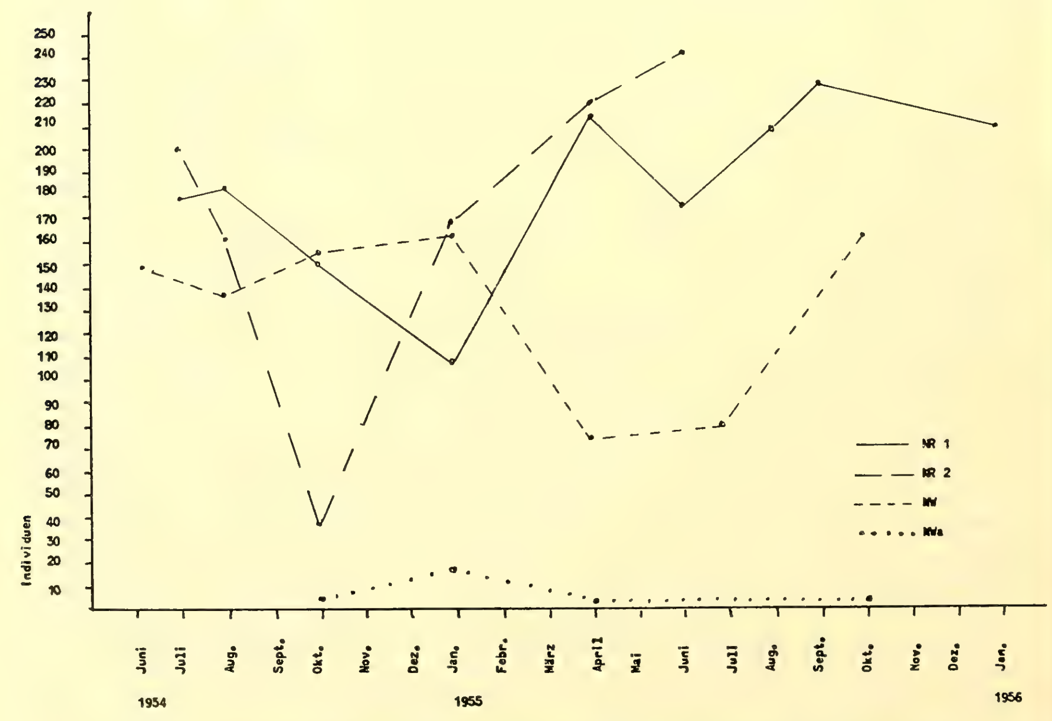


Abb. 7. Jahreszeitliche Verteilung der Gastropoden im Untersuchungsgebiet Nymphenburg.

Die Individuen- und auch Artenabundanz ist in den Versuchswiesen bei weitem nicht so gering wie sie Janetschek (1949) im alpinen Gebiet nachgewiesen hat. Auch den Angaben Frenzel's, der in den schlesischen Wiesenböden die Gastropoden nur mit 2,6 % der Gesamtfauna vertreten fand, kann ich einen Prozentsatz von 8,1 % bei den Arten und 12,6 % bei den Individuen bei meinen Untersuchungen gegenüberstellen.

Die meisten Arten beherbergt die langhalmige Parkwiese in Nymphenburg. Sehr artenreich sind auch die Rasenflächen. Die geringste Artendichte hat das spärliche Mesobrometum der ungedüngten Reisacher Versuchsparzelle zu verzeichnen, doch ist auch dieser Boden im Vergleich zu den Ergebnissen Frenzel's mit 8 Arten noch nicht als artenarm zu bezeichnen. Der Unterschied zu den anderen Flächen zeigt sich hier vor allem in einer ausgesprochenen Individuenarmut.

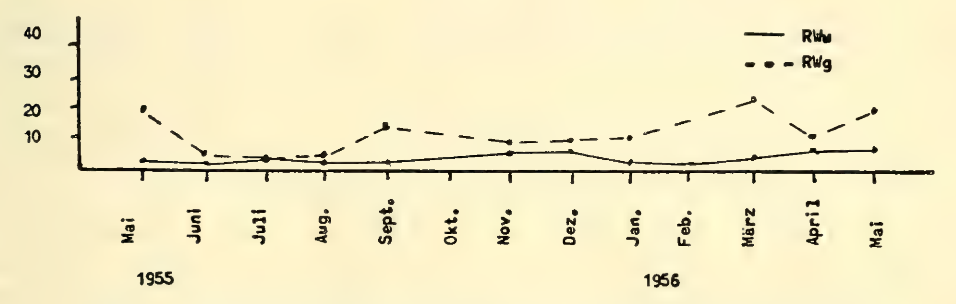


Abb. 8. Jahreszeitliche Verteilung der Gastropoden im Untersuchungsgebiet Reisach.

Die Individuenzahlen sind in den untersuchten Biotopen sehr unterschiedlich (Abb. 7 und 8). Zu vernachlässigen ist hier das Reisacher Gebiet, in dem der Besatz nie 30 Individuen überstieg und meist bei 1—3 Exemplaren lag. Wasserentzug und die Verarmung an Nährstoffen dürften auf dieser Magerwiese für das äußerst dürftige Gastropodenvorkommen verantwortlich sein. Auch die auf Parzelle 2 aufgebrachte Düngung, durch die ein Fettwiesencharakter geschaffen wurde, konnte in der verhältnismäßig kurzen Untersuchungsperiode das Faunenbild nicht wesentlich ändern. Dieselben Verhältnisse findet man in dem Nymphenburger Waldstück. Die Wiese und die Rasenflächen hingegen weisen eine hohe Besatzdichte auf, die allerdings hauptsächlich auf 3 Arten, *Cochlicopa lubrica, Vallonia excentrica* und *V. costata* zurückzuführen ist. Die jahreszeitlichen Schwankungen treten hier besonders deutlich hervor. Die kurzgeschorenen Rasenflächen haben ihr Minimum im Spätherbst und zu Winterbeginn, in der langhalmigen Wiese findet man den niedrigsten Besatz im späten Frühling und Frühsommer.

Für die Tiefenverteilung erübrigt sich eine ausführliche Erklärung. Die Hauptmasse der Tiere hält sich in der lockeren Förna auf, in den tieferen Schichten sind meist nur abgestorbene Tiere zu finden, die möglicherweise durch mechanischen Transport dorthin gebracht wurden. Nur wenige Arten dringen in tiefere Lagen vor, z. B., wie schon erwähnt, *Cecilioides acicula.*

Bei der Verbreitung der einzelnen Gastropodenarten in den Versuchswiesen steht *Vallonia excentrica* das ganze Jahr über in Abundanz und Frequenz gleichermaßen an erster Stelle. Ihr einmaliges Auftreten im Wald ist sicher auf eine zufällige Zuwanderung aus der benachbarten Wiese zurückzuführen. Diese Art ist neben *Cochlicopa lubrica,* die mit derselben Regelmäßigkeit nur nicht mit den ungewöhnlich hohen Abundanzwerten im Gelände auftritt, als Leitform der Versuchswiesen zu nennen. Für die negativ phototaktische *C. lubrica* ist die Bezeichnung als Leitform noch mehr gerechtfertigt, denn ihr Auftreten ist sogar in der sonst eher schneckenarmen Magerwiese verhältnismäßig hoch und stet. *Trichia hispida, Vallonia costata, V. suevica und Pupilla muscorum* verteilen sich hauptsächlich auf die Nymphenburger Wiesen. Die anderen Arten kommen jeweils nur in einigen Exemplaren

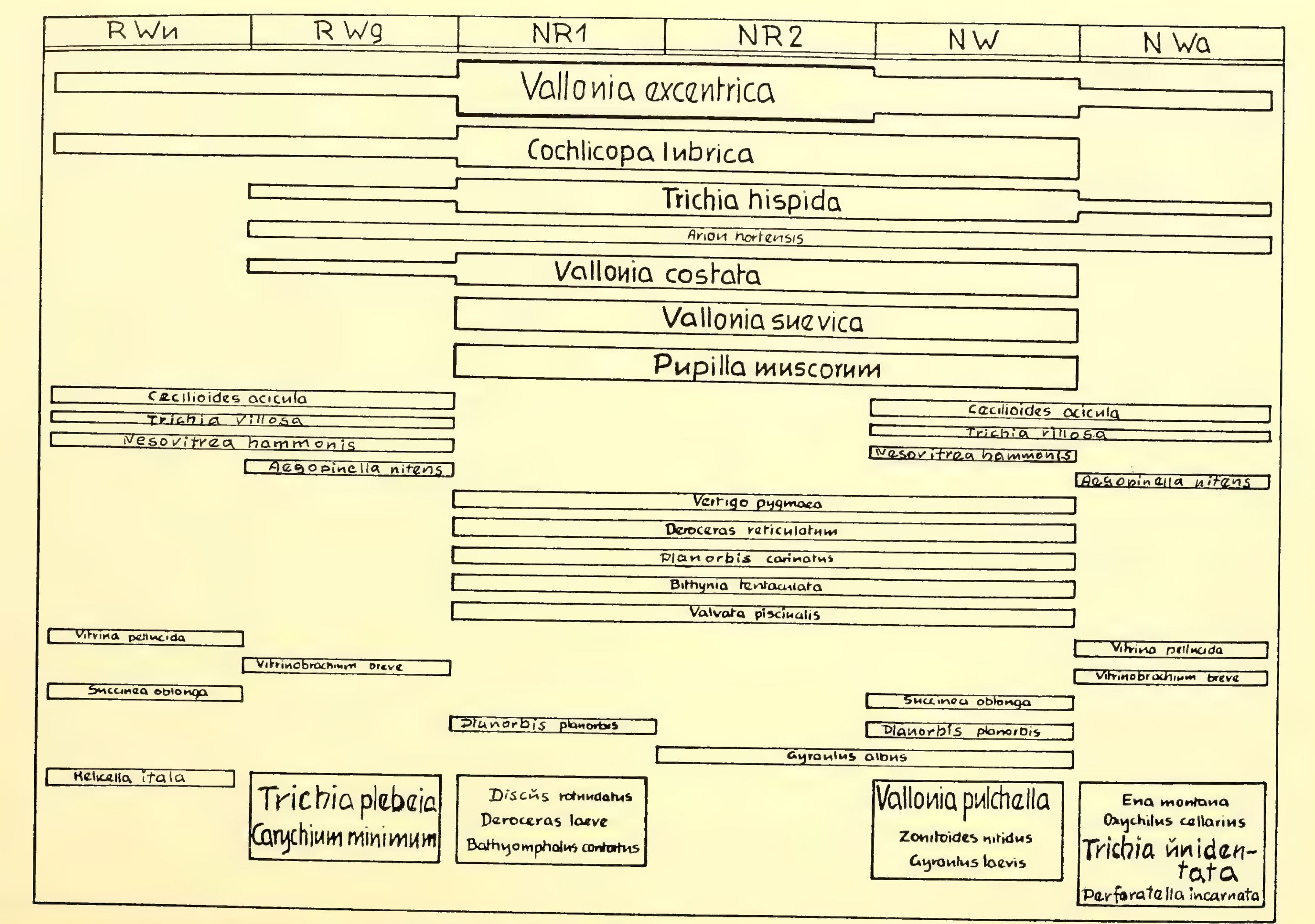


Abb. 9. Tabelle der Arten- und Häufigkeitsverteilung im Untersuchungsgebiet.

oder nur auf einem Standort vor; ihre Verteilung ist aus der graphischen Darstellung (Abb. 9) abzuleiten.

In ihrer Biotopzugehörigkeit bilden die Gastropoden keine für sich isolierte Gruppe, die als Randbewohner dieses Lebensraumes ohne wesentliche Beziehung zu den anderen Kleinlebewesen steht, sondern sie reihen sich ernährungsbiologisch, bodenkundlich und auch faunistisch in die Gruppe der Bodentiere ein.

Systematisches Verzeichnis der Gastropodenarten mit tiergeographischen und autökologischen Angaben

(NR 1 = Rasen 1, NR 2 = Rasen 2, NW = Wiese, N Wa = Waldstreifen in Nymphenburg; R Wu = unbearbeitete Wiese, R Wg = gedüngte Wiese in Reisach. M = Mittelwert der Individuenzahlen aus allen Proben einer Versuchsfläche; St = Standardabweichung)

Succineidae

Succinea (Succinedlla) oblonga Draparnaud, 1801

Verbreitung: größter Teil Europas und W-Asien.

Der Lebensraum dieser Art sind feuchte Standorte, so auch die dichte Grasnarbe der Wiesenböden. Im Untersuchungsgebiet konnte sie jeweils nur in 1 Exemplar aus wenigen Proben gezählt werden. Sie ist gewöhnlich herbivor und nimmt sowohl junge Pflanzenteile als auch schon faulende Stoffe zur Nahrung.

Cochlicopidae

Cochlicopa lubrica (O. F. Müller, 1774)

Verbreitung: holarktisch.

NR 1: M = 24,8 St = 11,3; NR 2: M = 18,2 St = 11,6; NW: M = 20,4 St = 12,1; R Wu: M = 2,1 St. = 1,5; R Wg: M = 6 St = 3,5

Als ausgesprochener Bodenbewohner ist die Art in allen Versuchsflächen mit Ausnahme des Waldes vertreten. Im Nymphenburger Gelände tritt sie häufig und zahlreich auf. In der dünn bestandenen Magerwiese in Reisach ist ihr Vorkommen auf eine geringe Zahl beschränkt, die selbst in der gedüngten Parzelle mit wachsender Bestandesdichte nur geringfügige Zunahme erfährt. Die frühere Auffassung, wonach sich die Art carnivor ernährt, wurde durch Versuche von Frömming widerlegt, der eine rein herbivore Nahrungsweise ermitteln konnte.

Vertiginidae

Vertigo (Vertigo) pygmaea (Draparnaud, 1801)

Verbreitung: holarktisch, in den Alpen bis 2000 m.

Die feuchtigkeitsliebende Schnecke konnte nur im Nymphenburger Gelände vereinzelt aus wenigen Proben ermittelt werden.

Pupillidae

Pupilla muscorum (Linné, 1758)

Verbreitung: holarktisch, in den Alpen bis 1500 m.

NR 1: M = 8,9 St = 5,6; NR 2: M = 13,7 St = 9,6; NW: M = 8,4 St = 6,8.

Als Charakterart kurzrasiger, sonniger Flächen ist diese Schnecke hauptsächlich in den beiden Rasenstücken in Nymphenburg regelmäßig, doch in stark wechselnder Individuenzahl zu finden, greift aber auch auf die Parkwiese über. Die Hauptnahrung sind Humusstoffe, neben denen aber auch noch die verrottenden grünen Blättchen mit aufgenommen werden.

Valloniidae

Vallonia pulchella (O. F. Müller, 1774)

Verbreitung: holarktisch.

Dieses an mäßig feuchte, eher sogar trockene Standorte gebundene Tier fand ich nur in der Parkwiese und auch hier lediglich bei einer Probenahme mit 8 Exemplaren.

Vallonia excentrica Sterki, 1892

Verbreitung: holarktisch.

NR 1: M = 118 St = 34,7; NR 2: M = 98,2 St = 47,22; NW: M = 60,6 St = 16,2

Sie ist die häufigste Art im Untersuchungsgebiet, geradezu bezeichnend für Kulturwiesen. Als ein zuverlässiger Anzeiger trockener und mäßig trockener Rasen bevorzugt sie vor allem auch diese beiden Biotope, dabei wurden in einer Einzelprobe einmal 162 Exemplare gezählt; die angrenzende Wiese liegt im Mittelwert deutlich niedriger. Im Wald und in den Reisacher Böden wurde sie nur in je einem Exemplar in wenigen Proben festgestellt.

Vallonia costata (O. F. Müller, 1774)

Verbreitung: holarktisch.

NR 1: M = 5,7 St = 7; NR 2: M = 10,5 St = 10,5; NW: M = 11,7 St = 5

Auch diese größere Trockenheit und kalkreichen Untergrund liebende Art bevorzugt kurzwüchsige Rasenflächen. Sie gilt nach Ehrmann als häufigste Art der Gattung, ihr Vorkommen im Versuchsgebiet war aber nur mäßig und sie konnte bei weitem nicht die Abundanz von *V. excentrica* erreichen.

Vallonia suevica Geyer, 1908

Verbreitung: endemisch in SW-Deutschland.

NR 1: M = 12,3 St = 8,7; NR 2: M = 11 St = 11,9 NW: M = 8,7 St = 6,7

Die verhältnismäßig häufigen Funde dieser eigentlich seltenen Art in den Wiesenböden ist bemerkenswert. Nach einer Mitteilung von Häßlein ist sie ihm während seiner langen Sammeltätigkeit nur in wenigen Stücken auf Wiesen oberhalb der Roßhauptener Lechschlucht begegnet (man trifft sie ja neben trockenen Wiesen auch im Genist von Fließgewässern) ich glaube aber, daß sie die Kulturwiesen ökologisch sehr wohl charakterisieren kann. Wie die meisten im Versuchsgebiet vorkommenden Vallonia-Arten ist auch sie nur in den Nymphenburger Böden vertreten.

Enidae

Ena (Ena) montana (Draparnaud, 1801)

Verbreitung: mitteleuropäisch, alpin bis über 2000 m; In Nordeuropa stellt sie ein Relikt dar.

Sie gehört nicht zu den Wiesenschnecken, sondern lebt im Wald, mit Vorliebe in Buchenwäldern, wo sie sogar an den Stämmen emporsteigt, unter abgefallenem Laub. Sie wurde nur in 1 Exemplar in der Förna der Waldparzelle gefunden.

Ferussaciidae

Cecilioides (Cecilioides) acicula (O. F. Müller, 1774)

Verbreitung: mediterran, westeuropäisch.

NW: M = 7,8 St = 4,6

In den Rasenflächen in Nymphenburg fehlt sie völlig, im Wald und in den Reisacher Böden trat sie nur in wenigen Proben vereinzelt auf. Die kleine, augenlose Art lebt tief in der Erde an Wurzeln. Sie dringt bis zu 40 cm in das lokkere Erdreich, kommt gelegentlich aber auch in der oberen Bodenschicht vor. Dementsprechend kamen auch die Funde größtenteils aus der unteren Schicht, nur im Waldboden lagen sie mehr an der Oberfläche.

Endodontidae

Discus (Discus) rotundatus (O. F. Müller, 1774)

Verbreitung: west- und mitteleuropäisch, im ganzen Alpenraum, geht bis 2700 m.

Eine reine Bodenschnecke deren Hauptvorkommen im Wald liegt. Obwohl sie als gemein gilt, dürfte ihr einmaliges Vorkommen im Rasen in Nymphenburg mehr als Zufallsfund zu betrachten sein.

Zonitidae

Nesovitrea hammonis (Ström, 1765)

Verbreitung: holarktisch.

NW: M = 1,8 St = 0,8; R Wu: M = 1,5 St = 1,1; R Wg: M = 1,6 St = 0,8

Feuchte Wiesen werden bevorzugt, obwohl diese Art auch noch an trockeneren Orten vorkommt, wie ihr Auftreten in der Reisacher Magerwiese beweist.

Aegopinella nitens (Michaud, 1831)

Verbreitung: Mittel- und Südeuropa, eingeschleppt in Amerika. Alpin bis 2500 m.

N Wa: M = 3,7 St = 3,1; R Wg: M = 2,3 St = 1,9

Diese typische Bodenschnecke lebt carnivor. Sie ist nicht zu den typischen Wiesenschnecken zu stellen, es liegt vielmehr eine Zuwanderung aus dem Wald oder Gebüschen vor.

Oxychilus (Oxychilus) cellarius (O. F. Müller, 1774)

Verbreitung: West- und Mitteleuropa.

Die ausgesprochene Bodenschnecke kommt hauptsächlich dort vor, wo lockerer, humusreicher Boden und genügend Nahrung vereinigt sind, was besonders in den feuchten Waldböden der Fall ist. Sie wurde in nur 1 Exemplar im Nymphenburger Wald gefunden. Die Ernährungsweise kann sowohl herbivor als auch carnivor sein.

Zonitoides (Zonitoides) nitidus (O. F. Müller, 1774)

Verbreitung: holarktisch.

Dieses große Feuchtigkeit liebende Tier, dessen bevorzugte Standorte Moore und Sümpfe sind, ist in den Wiesen biotopfremd und wurde auch nur in 1 Exemplar in der durch die starken Herbstregen sehr feuchten Nymphenburger Parkwiese gefunden. Die Hauptnahrung besteht aus faulenden Pflanzenteilen.

Vitrinidae

Vitrina (Vitrina) pellucida (O. F. Müller, 1774)

Verbreitung: holarktisch.

Das Tier lebt an den verschiedensten Örtlichkeiten, tritt jedoch selten massenhaft auf und wurde nur in 1 Exemplar in der Reisacher Magerwiese ermittelt.

Vitrinobrachium breve (Férussac, 1821)

Verbreitung: Sie umfaßt 2 getrennte Areale, alpin und mitteleuropäisch.

Nach CLESSIN kommt sie nur an sehr feuchten Orten unter Moos und totem Laub vor. Man wird sie daher kaum unter die spezifischen Wiesenschnecken einordnen können, sondern auch hier wieder bei ihrem sporadischen Auftreten in der Reisacher gedüngten Wiese eine Zuwanderung aus dem submontanen Wald, der sich ganz am Rande dieser Fläche hinzieht, annehmen müssen. Das 2. Vorkommen ist der Nymphenburger Wald.

Arionidae

Arion (Kobeltia) hortensis (Férussac, 1819)

Verbreitung: S- und W-europäisch, inzwischen auch in M- und N-Europa als heimisch nachgewiesen.

Man trifft diese Nacktschnecke häufig in Gärten und Parks, seltener im Wald. Im gesamten Untersuchungsgelände außer dem Wald wurde sie in jeweils einem Exemplar gefunden nur in NR 1 konnten aus einer 2. Probenahme nochmals 4 Exemplare ermittelt werden. Die rein herbivore Art kann bei stärkerem Auftreten erhebliche Fraßschäden anrichten.

Agriolimacidae

Deroceras (Deroceras) laeve (O. F. Müller, 1774)

Verbreitung: holarktisch, durch Verschleppung auch nach Neuseeland gebracht.

Sie ist unter allen Nacktschnecken am engsten an sehr feuchte Biotope gebunden, um so mehr verwundert das zwar nur einmalige Vorkommen im Rasen des Nymphenburger Geländes, in dem sonst gerade trockenliebende Arten ihre Verbreitung finden. Man kann es nur mit einer Zuwanderung aus dem nahen Kanalbereich erklären.

Deroceras (Agriolimax) reticulatum (O. F. Müller, 1774)

Verbreitung: ganz Europa.

Diese Art kommt im Kulturgelände vor. Durch ihre Vorliebe für grüne, lebende Pflanzenteile kann sie zum argen Schädling werden. Sie trat in NR 1 in 5 Exemplaren aus mehreren Proben, in NR 2 und NW in je einem Exemplar auf.

Helicidae

Helicella (Helicella) itala (Linné, 1758)

Verbreitung: W- und Mitteleuropa, in den Alpen bis 2000 m.

H. itala ist eine Kulturfolgerin, die besonders auf Magerwiesen, wie wir sie in Reisach vor uns haben, ein gutes Fortkommen findet. Allerdings wurde sie dort nur in 1 Exemplar gefunden, wie dieser ganze Biotop eben arm an Gastropoden ist. Im Fütterungsversuch wurden frische Pflanzen verschmäht, sie nimmt offenbar nur abgestorbenes Material zu sich.

Trichia (Petasina) unidentata (Draparnaud, 1805)

Verbreitung: ostalpin-karpathisch, bis 2000 m aufsteigend.

Die Schnecke lebt hauptsächlich unter dem Bestandesabfall der Wälder und kommt demnach nur in der lockeren Auflage des Nymphenburger Waldbodens vor, wo sie zwar nur einmal da aber gleich mit 7 Exemplaren gefunden wurde.

Trichia (Trichia) villosa (Studer, 1789)

Verbreitung: Nordwestalpin, bis 2000 m aufsteigend.

Die Art ist ein deutlicher Anzeiger für hohe Feuchtigkeit. Feuchte und schattige Bereiche in der Bergregion sind ihr Lebensraum. Im Untersuchungsgebiet war sie nur mit jeweils 1 Exemplar in NW, N Wa, R Wu und R Wg vertreten.

Trichia (Trichia) plebeia (Draparnaud, 1805)

Verbreitung: mitteleuropäisch und alpin bis 2000 m.

Trotzdem sie, nach einer Mitteilung von Häßlein, mit Trichia hispida vikariiert, konnte ich beide Arten im gleichen Biotop erfassen. Von Wäldern und aus Gebüschen der Gebirgsregion aus dringt sie in die Ebene vor, wo sie im eierlegenden Stadium am Boden anzutreffen ist.

R Wg: M = 1,8 St = 0,8

Trichia (Trichia) hispida (Linné, 1758)

Verbreitung: europäisch, in den Alpen bis 2000 m.

NR 1: M = 7,8 St = 4,7; NR 2: M = 12,8 St = 0,4; NW: M = 19 St = 7,4

Im Nymphenburger Waldboden und in der Reisacher gedüngten Wiese war sie nur mit 1 Exemplar vertreten, in der Magerwiese fehlte sie ganz, während die Art, die sich gerne in der Nähe menschlicher Siedlungen aufhält, in den Nymphenburger Parkwiesen stetig und zahlreich vertreten war.

Perforatella (Monachoides) incarnata (O. F. Müller, 1774)

Verbreitung: mittel- und SO-europäisch.

Ein Ubiquist, der überall im toten Laub der Wälder, meist aber nur in wenigen Exemplaren vorkommt. Unter besonders günstigen Bedingungen kann er wohl auch größere Kolonien bilden. Der schmale Waldstreifen des Untersuchungsgeländes ist aber sicher nicht das richtige Milieu, um ein solches Anwachsen zu fördern, nur einmal wurde 1 Exemplar gefunden.

Ellobiidae

Carychium minimum (O. F. Müller, 1774)

Verbreitung: nordeuropäisch.

R Wg: M = 4,2 St = 1,5

Das Tier bevorzugt nasse oder wenigstens sehr feuchte Standorte. Es konnte nur in Reisach in der verhältnismäßig feuchten, gedüngten Parzelle gefunden werden, während es auf derselben Fläche in der ungedüngten, spärlich bewachsenen und daher leichter der Trockenheit ausgelieferten Magerwiese fehlt.

Planorbidae

Planorbis planorbis (Linné, 1758)

Verbreitung: europäisch-westasiatisch.

Sie gehört zu den Süßwasserschnecken, ihr Vorkommen in den Wiesen überrascht. Doch haben sich während der regenreichen Versuchsperiode genügend kleine Pfützen auf den Wiesen gebildet, die die Feuchtigkeitsansprüche der wahrscheinlich aus dem Kanal zugewanderten Tiere deckten. Wurde nur in N R1 und NW mit je 1 Exemplar gefunden.

Tab. 5. Tabelle der Verteilung der einzelnen Gastropoden-Arten im Untersuchungsgebiet

Gastropoda	R Wu	R wg	N R1	N R2	N W	N Wa
SUCCINEIDAE						
Succinea oblonga Drap.	+				+	
COCHLICOPIDAE						
Cochlicopa lubrica (Müll.)	+	+	+	+	+	
VERTIGINIDAE						
Vertigo pygmaea (Drap.)			+	+	+	
PUPILLIDAE						
Pupila muscorum (L.)			+	+	+	
VALLONIIDAE						
Vallonia pulchella (Müll.)					+	
Vallonia excentrica Sterki	+	+	+	+	+	+
Vallonia costata (Müll.)		+	+	+	+	
Vallonia suevica Geyer			+	+	+	
ENIDAE						
Ena montana (Drap.)						+
FERUSSACIIDAE						
Cecilioides acicula (Müll.)	+	+			+	+
ENDODONTIDAE						
Discus rotundatus (Müll.)			+			
ZONITIDAE						
Nesovitrea hammonis (Ström)	+	+			+	
Aegopinella nitens (Mich.)		+				+
Oxychilus cellarius (Müll.)						+
Zonitoides nitidus (Müll.)					+	
VITRINIDAE						
Vitrina pellucida (Müll.)	+					+
Vitrinobrachium breve (Fer.)		+				+
ARIONIDAE						
Arion hortensis (Fer.)		+	+	+	+	+
AGRIOLIMACIDAE						
Deroceras laeve (Müll.)			+			
Deroceras reticulatum (Müll.)			+	+	+	
HELICIDAE						
Helicella itala (L.)	+					
Trichia unidentata (Drap.)						+
Trichia villosa (Studer)	+	+			+	+
Trichia plebeia (Drap.)		+				
Trichia hispida (L.)		+	+	+	+	+
Perforatella incarnata (Müll.)						+
ELLOBIIDAE						
Carychium minimum (Müll.)		+				
PLANORBIDAE						
Planorbis planorbis (L.)			+		+	
Planorbis carinatus (Müll.)			+	+	+	
Gyraulus albus (Müll.)				+	+	
Gyraulus laevis (Alder)					+	
Bathyomphalus contortus L.			+			
BITHYNIIDAE						
Bithynia tentaculata (L.)			+	+	+	
VALVATIDAE						
Valvata piscinalis (Müll.)			+	+	+	

Planorbis carinatus (O. F. Müller, 1774)

Verbreitung: europäisch.

N R1: M = 7,2 St = 8,5; N R2: M = 10,7 St = 9,2

Diese Schnecke gilt noch mehr als die vorhergehende Art als auf dauernde Wasserführung angewiesen und stirbt bei Austrocknung ab. Doch möchte ich bezweifeln, ob sie nicht doch etwas trockenere Perioden überdauern kann, denn das häufige Vorkommen zu allen Jahreszeiten kann nicht immer mit der nötigen Nässe verbunden sein.

Gyraulus albus (O. F. Müller, 1774)

Verbreitung: holarktisch.

Auch diese Tellerschnecke lebt unter denselben Voraussetzungen, es gilt für sie dasselbe wie für die anderen hydrophilen Gattungen. Trat in N R 2 und NW mit jeweils 1 Exemplar auf.

Gyraulus laevis (Alder, 1838)

Verbreitung: holarktisch.

Bei dieser Art kann ebenfalls nur wieder auf die vorhergehenden verwiesen werden. Wurde nur auf der Nymphenburger Wiese bei 3 Probenahmen mit je 1 Exemplar gefunden.

Bathyomphalus contortus (Linné, 1758)

Verbreitung: paläarktisch.

Auch hier haben wir es mit einer aquatischen Art zu tun, bei der eine Zuwanderung aus dem Kanal vorliegen dürfte. 1 Exemplar wurde in N R1 ermittelt.

Bithyniidae

Bithynia tentaculata (Linné, 1758)

Verbreitung: holarktisch.

N R1: M = 3,6 St = 3,4; N R2: M = 1,7 St = 0,6; NW: M = 2 St = 1,4

Auch für sie ist das Wasser der eigentliche Lebensraum, im Untersuchungsgebiet kann man sie als ausgesprochen biotopfremd bezeichnen.

Valvatidae

Valvata (Valvata) piscinalis (O. F. Müller, 1774)

Verbreitung: paläarktisch.

In den Versuchswiesen ebenfalls biotopfremd. Wurde in N R1, N R2 und NW in wenigen Proben mit jeweils 1 Exemplar gefunden.

Literatur

Blanck, E. 1930: Handbuch der Bodenkunde **6**

Braun-Blanquet, J. 1928: Pflanzensoziologie. – Berlin

Brauns, A. 1968: Praktische Bodenbiologie. – Fischer Verlag, Stuttgart

Bütikofer, E. 1921: Die Molluskenfauna des Schweizerischen Nationalparks. – Ergebn. wiss. Unters. d. Schweiz. Nationalparks **55**

Burges, A. & F. Raw 1967: Soil Biology. – Academic Press, London, New York

Densch, A. 1930: Der mechanische Aufbau des Boden. In: Blanck, Handbuch d. Boden. In: Blanck, Handbuch d. Boden **6**

Ehrmann, P. 1925: Mollusken. – Brohmer, Fauna von Deutschland, Leipzig
Franz, H. 1950: Bodenzoologie als Grundlage der Bodenpflege. – Berlin
–– 1950: Die Artenzusammensetzung ostalpiner und pannonischer Bodentiergemeinschaften in ihrer Abhängigkeit vom Standort. Proc. Int. Congr. Ent., Stockholm
Frenzel, G. 1936: Untersuchungen über die Tierwelt des Wiesenbodens. – Jena
Frömming, E. 1954: Biologie der mitteleuropäischen Landgastropoden. – Berlin
–– 1956: Biologie der mitteleuropäischen Süßwasserschnecken. – Berlin
Geyer, D. 1927: Unsere Land- und Süßwassermollusken. – Stuttgart
Hässlein, L. 1948: Molluskengesellschaften alpiner Rasen im Allgäu. – Mitt. naturf. Ges. Augsburg
Jacot, P. A. 1937: Soil structure and soil biology. – Ecology **17**
Janetschek, H. 1949: Tierische Successionen auf hochalpinem Neuland. – Schlern Schriften, Innsbruck
Kerney, M. P., Cameron, R. A. D. & J. H. Jungbluth 1983. Die Landschnecken Nord- und Mitteleuropas. – Parey Verlag, Hamburg u. Berlin
Klemm, W. 1973. Die Verbreitung der rezenten Land-Gehäuse-Schnecken in Österreich. – Denkschr. Akad. Wiss. **117**
Kühnelt, W. 1950. Bodenbiologie. – Wien
Lundegardh, H. 1954. Klima und Boden. – Jena
Poschenrieder, H. & R. Leuthold, 1962. Vergleichende faunistische und mikrobiologische Untersuchungen in den Böden von Reisach. – Bayer. Landw. Jb. **2**
Ramann, E. 1911. Bodenkunde. – Berlin
Remmert, H. 1978. Ökologie. – Springer Verlag Berlin, Heidelberg, New York
Riezler, H. 1929. Die Molluskenfauna von Tirol. – Veröff. Mus. Ferdinandeum Innsbruck **2**
Schubert, J. 1930. Das Verhalten des Bodens gegen Wärme. In: Blanck: Handb. d. Boden **6**
Schwerdtfeger, F. 1963. Autökologie. – Parey Verlag, Hamburg u. Berlin
Starmühlner, F. 1953. Beiträge zur Kenntnis der Molluskenfauna des Arlbergs. – Österr. Zool. Z. **4**
Süchting, H. & H. Christmann 1936. Zur quantitativen Bestimmung der organischen Substanz im Boden. – Mitt. Forstwirtsch. Forstwiss. **5**
Tischler, W. 1949. Grundzüge der terrestrischen Tierökologie. – Braunschweig
Wächtler, W. 1929. Zur Lebensweise der *Cecilioides acicula.* – Mitt. Arch. Moll. **61**